



Фізико-механічні основи та процеси ливарного виробництва авіаційних деталей

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	0505 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Прикладна механіка пластичності матеріалів
Статус дисципліни	Нормативні
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	2 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Ноговіцин Олексій Володимирович, 050 411 33 19, Viber Telegram, Alexey.nogovitsyn@gmail.com
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Ливарне виробництво – галузь металургії, що займається виготовленням фасонних деталей і заготовок шляхом заливання розплавлених металів, їхніх сплавів чи інших матеріалів у форму, порожнина якої має конфігурацію потрібного литого виробу.

Головне завдання ливарників - підвищення якості, надійності та довговічності відливків, їх точності з метою наближення до розмірів готової деталі для полегшення і пришвидшення виконання механічного оброблення, зменшення маси литих деталей і зниження їх собівартості.

Метою викладання дисципліни «**Фізико-механічні основи та процеси ливарного виробництва авіаційних деталей**» є ознайомлення студентів з основами технологічного процесу отримання виливків з сталевих, титанових, алюмінієвих, магнієвих сплавів; вивчення основних теоретичних та технологічних положень отримання виливків, ознайомлення із складом, структурою та властивостями сплавів в виливках, процесами плавки та обробки сплавів.

Освоєння дисципліни дозволить майбутнім фахівцям приймати правильні технологічні рішення при розробці технологічного процесу виготовлення виливків за рахунок реалізації положень, що базуються на глибоких теоретичних та технологічних основах, засвоєних студентами при вивченні даної дисципліни.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- сформуванати систему знань про основні властивості металів та сплавів, що визначають умови та способи їх плавки;
- познайомити студентів із технологічними процесами ливарного виробництва елементів літальних апаратів;
- дати інформацію про способи виготовлення виливків, для отримання заготовок елементів літальних апаратів;
- навчити приймати та обґрунтовувати конкретні технічні рішення при розробці технологічних процесів виготовлення виливків.

Дисципліна включає не тільки лекційні заняття, а і виконання лабораторних робіт і розрахункові завдання, що допоможе студенту набути навички роботи з лабораторним обладнанням та вивчити властивості основних ливарних сплавів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна входить в групу дисциплін конструкторсько-технологічної підготовки фахівців і відноситься до розділу **нормативні**. Вона базується на знаннях студентів, які набувають в результаті викладання дисциплін "Вища математика"; "Фізика"; "Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство"; "Металознавство"; "Технологія нагріву та нагрівальне обладнання" та інші.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Деталі з ливарних сплавів в конструкціях літака.

Тема 2. Види сплавів. Промислові методи отримання металів і сплавів.

Тема 3. Засоби отримання металів і сплавів. Плавилисьні печі, шихта, флюси, енергоносії.

Тема 4. Технологічні процеси виготовлення виливків. Модельно-опочне оснащення.

Тема 5. Матеріали для виготовлення форм. Спеціальні види литва. Оболонкове литво. Литво за витоплюваними моделями. Кокільне литво. Литво під тиском. Відцентрове литво.

Тема 6. Механізм переходу металу з твердого стану в рідкий. Термодинамічна теорія кристалізації. Закон квадратного кореня.

Тема 7. Дендритна та зональна ліквация. Тема 2. Одержання рівномірної рівновісної структури.

Одержання монокристалічної структури виливків.

Тема 8. Особливості охолодження виливка в ливарній формі. Регулювання теплових процесів.

Вплив конфігурації виливків на твердіння металу.

Тема 9. Фізична природа усадки ливарних сплавів. Формування усадкових раковин. Формування усадкової пористості. Усадкові деформації.

Тема 10. Етапи взаємодії виливка з формою. Газові раковини в виливках. Пригари на поверхні виливків. Тимчасові й залишкові напруження.

Тема 11. Фізико-хімічні основи виробництва сталевих виливків.

Тема 12. Основні етапи розвитку виробництва виливків з кольорових металів сплавів. Печі для плавки кольорових сплавів. Основи технології плавки сплавів з кольорових металів.

Тема 13. Алюмінієві ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.

Тема 14. Магнієві ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.

Тема 15. Мідні ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.

Тема 16. Низькотемпературні кольорові ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.

Тема 17. Тугоплавкі кольорові ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.

Тема 18. Спеціальні види лиття у багаторазові металеві форми Основи лиття у кокіль. Конструкція кокілів.

Тема 19. Основи лиття під тиском. Машини з холодною та гарячою камерою пресування .

Тема 20. Відцентрове лиття. Основи та обладнання.

Тема 21. Лиття за витоплюваними моделями. Матеріали моделей, визначення властивостей.

Тема 22. Оболонкове лиття. Основи технології .

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Дорошенко С.П. и др. Литейное производство. «Введение в специальность». – К.: «Вища школа», 1987, 184 с.
2. Основи металургійного виробництва металів і сплавів / за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ, 2006. 503 с.
3. Ливарне виробництво : навчальний посібник для вчз / С. В. Беспалов та ін. Запоріжжя, 2015. 120 с.
4. Дан Л. О., Трофімова Л. О. Ливарне виробництво : навчальний посібник. Маріуполь, 2013. 207 с.

+ до кожного заняття рекомендуються додаткові джерела (презентації лекцій, індивідуальні завдання, методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт), розміщені на платформі Moodle).

Допоміжна

5. Горушкіна Л. П. Теоретичні основи ливарних процесів. – К.: НМК ВО, 1993. – 288 с.
6. Лисенко Т. В., Пономаренко О. І. Теоретичні основи формування виливків: навч. посібн. з грифом МОНУХ. – НТУ «ХПІ», 2014. – 192 с.
7. Могилатенко В. Г., Пономаренко О. І., Дроб'язко В. М. Теоретичні основи ливарного виробництва. – Х.: НТУ «ХПІ», 2011. – 287 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Деталі з ливарних сплавів в конструкціях літака.
2	Види сплавів. Промислові методи отримання металів і сплавів.
3	Засоби отримання металів і сплавів. Плавилисьні печі, шихта, флюси, енергоносії.
4	Технологічні процеси виготовлення виливків. Модельно-опочне оснащення.
5	Матеріали для виготовлення форм
6	Механізм переходу металу з твердого стану в рідкий. Термодинамічна теорія кристалізації. Закон квадратного кореня.
7	Дендритна та зональна ліквация. Одержання рівномірної рівновісної структури. Одержання монокристалічної структури виливків.
8	Особливості охолодження вилівка в ливарній формі. Регулювання теплових процесів. Вплив конфігурації виливків на твердіння металу.
9	Фізична природа усадки ливарних сплавів. Формування усадкових раковин. Формування усадкової пористості. Усадкові деформації.
10	Етапи взаємодії вилівка з формою. Газові раковини в вилівках. Пригари на поверхні виливків. Тимчасові й залишкові напруження.
11	Фізико-хімічні основи виробництва сталевих виливків.
12	Основні етапи розвитку виробництва виливків з кольорових металів сплавів. Печі для плавки кольорових сплавів. Основи технології плавки сплавів з кольорових металів.
13	Алюмінієві ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.

14	Магнієві ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.
15	Мідні ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.
16	Низькотемпературні кольорові ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.
17	Тугоплавкі кольорові ливарні сплави. Особливості технології виготовлення виливків.
18	Спеціальні види лиття у багаторазові металеві форми Основи лиття у кокіль. Конструкція кокілів.
19	Основи лиття під тиском. Машини з холодною та гарячою камерою пресування .
20	Відцентрове лиття. Основи та обладнання.
21	Лиття за витоплюваними моделями. Матеріали моделей, визначення властивостей.
22	Оболонкове лиття. Основи технології .

6. Самостійна робота студента/аспіранта

У відповідності до навчального плану виділяється 0,5 години для повторення за конспектом студентами матеріалу попередньої лекції і підготовки до наступної. Це вимагає від студента планомірної і обов'язкової діяльності в цьому напрямі. Тематика самостійної підготовки відповідає тематиці відповідної лекції, окрім конспекту лекції зазначена і відповідна основна та допоміжна науково-технічна література.

Окремо, для більш детального засвоєння, самостійного опрацювання та підготовки до лабораторним і практичних завдань виділяються наступні завдання для СРС:

Лекція 6. Механізм переходу металу з твердого стану в рідкий. Термодинамічна теорія кристалізації. Закон квадратного кореня.

Лекція 12. Основні етапи розвитку виробництва виливків з кольорових металів сплавів. Печі для плавки кольорових сплавів. Основи технології плавки сплавів з кольорових металів.

Лекція 19. Основи лиття під тиском. Машини з холодною та гарячою камерою пресування .

Лекція 21. Лиття за витоплюваними моделями. Матеріали моделей, визначення властивостей.

Практичні заняття

Безпосереднього проведення практичних занять під час вивчення дисципліни робочим планом не передбачено.

Семінарські заняття

Безпосереднього проведення семінарських занять під час вивчення дисципліни робочим планом не передбачено.

Лабораторні роботи

Перелік лабораторних робіт за кредитним модулем.

Лабораторна робота № 1. Екскурсія територією ФТІМС НАН України, ознайомлення з лабораторними приміщеннями з засобами, технологічними прийомами виготовлення ливарних сплавів.

Лабораторна робота № 2. Виконання розрахунків охолодження виливків.

Лабораторна робота № 3. Дослідження на мікроскопі усадки ливарних сплавів.

Лабораторна робота № 4. Участь в експерименті з оболонкового лиття алюмінієвого сплаву.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Контрольні роботи проводяться з метою виявлення знань студентів по основним розділам курсу.

Загальна кількість модульних контрольних робіт – 2, №1 за розділами – 1-10; №2 за розділами – 11-22. Основні цілі контрольних робіт – контроль за поточним засвоєнням знань, атестація студентів та ін. Результати контрольних робіт враховуються в РСО.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримав за :

- 1) виконання та захист 4 лабораторних робіт,
 - 2) дві МКР,
 - 3) відповідь на екзамені.
1. Вчасне і якісне виконання та захист лабораторних робіт + 2 модульні контрольні – 60 балів (20+20+20).
 2. Оцінка на іспитах – 40 балів.
 3. Штрафні бали на стартовий рейтинг нараховуються за пропуски лекційних і лабораторних занять, за несвоєчасний захист л/р, за низьку якість знань та ін., сумарно до – 10 балів.
 4. Допуск до іспиту з 60 балів.
 5. Автоматичне “добре” – вище за 60 балів за наявності заохочувальних балів).

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Лабораторні роботи

- Лабораторна робота №1 – 5 бали.
- Лабораторна робота №2 – 5 бали.
- Лабораторна робота №3 – 5 бали.
- Лабораторна робота №4 – 5 балів

2. Модульний контроль

Ваговий бал кожної модульної контрольної роботи – 20 балів

Максимальна кількість балів за дві МКР – 40 балів.

За неточні відповіді можливе покрокове зниження оцінки з кроком 0,5 бали кожної МКР до 5 балів. При сумі балів за контрольну роботу менше 9, остання не зараховується і її необхідно перекладати.

Штрафні та заохочувальні бали

- не допуск до лабораторної роботи у зв'язку з неготовністю студента – -0,5 бали,
- відсутність на лабораторній роботі без поважних причин – -0,5 бали,
- участь у модернізації лабораторних робіт, творча та наукова робота – +10 балів.

Загальна сума як штрафних, так і заохочувальних балів не повинна перевищувати 0,16 Rс (10 балів).

$R_c = R_{лр} + R_{мкр} = 20 + 2 \times 20 = 60$ балів.

Якщо студент за семестр набрав менше 30 балів, він до екзамену не допускається,

Якщо набрав не менше 60 балів, то за згодою студента він може отримати без складання іспиту оцінку “В” “добре”.

Екзаменаційна рейтингова оцінка становить 60 балів.

Сума стартових балів та балів за екзамен переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н., с.н.с. Олексій НОГОВІЦИН

Ухвалено кафедрою ТВЛА (Протокол № 16 від 06.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (Протокол № 1 від 30.08.2022 р.)